

9학년 신경계 영역의 수업에 따른 개념의 지위 중복 분석

고희경 · 김영신*
경북대학교

An analysis of niche overlap in nervous system concepts of 9th grade students

Hee-Kyung Ko · Young-Shin Kim*
Kyungpook National University

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to analyze change of the niche overlap of students' concepts in 9th grade nervous system domains through the classes. The analysis was performed by changing in niche overlap graph, niche space size, and overlap index through the classes. 412 9th grade students participated in this study. Concepts in neuron, central nervous system, and peripheral nervous system were selected from preliminary survey. The questionnaire was composed of neuron, central nervous system, and peripheral nervous system. Students were asked to complete the questionnaire before and after classes. The findings is as follow. First, the level of understanding and relevance of scientific concepts were increased as a result of learning. Second, size of niche space except peripheral nervous system was reduced after classes. It indicated that deviation of understanding level and relevance of the concept declined. Third, there was a huge overlap among concepts that correlated with each domain after classes. The high overlap among concepts is thought to be due to similarity of understanding level and relevance among concepts. Based on the results, I have the suggestion. First, teachers need to plan and instruct to offer students highly relevant scientific concept in well-organized form. Second, students had lack of concepts in peripheral nervous system. In addition they had both scientific concept and non-scientific concept. Therefore, when planning a lesson, teachers need to identify students' preconceptions and establish the teaching-learning strategies for understanding scientific concepts.

Key words: niche overlap, nervous system, concept, level of understanding, relevance

I. 서론

사회학자들은 생물학적 관점을 이용하여 사회 현상을 이해하는데 이용하였다(McPherson, 1983). 특

히 교실 수업에서 일어나는 역동적이고 복잡한 양상은 단순히 선형적인 방법으로는 설명을 할 수 없기 때문에 생물학 중에서도 생태학적(ecological) 개념을 이용하고 있다(Aubusson, 2002; Jeong, 2008). 생태학적 개념 중에서도 생태 지위(ecological

* 교신저자 : 김영신, kys5912@knu.ac.kr

Received October 28, 2016; Accepted December 5, 2016; Published December 31, 2016

2016. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

niche)가 많이 이용되고 있다. 생태 지위는 인간과 생물이 생활하는 동안에 주변의 환경뿐만 아니라 문화 및 정신적 환경 속에서 상호작용하고 있는 요소들 간의 관계를 의미한다(McPherson & Rotolo, 1996; Popielarz & McPherson, 1995). 생태 지위는 생태학에서 처음 언급되었지만 생태학의 의미를 벗어나 개체를 둘러싼 내·외적 환경과의 관계에 초점이 맞추어진 형태로 사회학 분야의 연구에서 이 개념을 차용하여 연구가 진행되고 있다. 이는 나아가 인간의 인지구조에까지 적용되고 있다.

인지구조 내에서 개념들은 상호작용을 통해 특정 개념을 선호하거나 억제함으로써 지식의 구조를 형성(Hewson & Hewson, 1984)하게 된다. 그 결과 학습자가 가지는 개념들은 생태 지위를 지니게 된다(Magnani, 2007). 즉, 이러한 개념은 학습자의 다양한 인지 환경에 의해서 서로 경쟁하며 생태 지위를 형성하게 되는 것이다(Hewson, 1992; Strike & Posner, 1985; Taber, 2001; Toulmin, 1972). 개념들은 서로 경쟁을 하면서 개념 간 우위를 결정한다고 개념 생태 연구에서 밝히고 있지만, 이러한 개념 생태 연구만으로는 학습자가 가지는 개념 간의 경쟁을 파악하기가 어렵다.

생태학은 자원, 분포, 번식 등에 대한 생물 종들 간의 경쟁을 주로 연구해왔다(Laland & Brown, 2006; Slagsvold & Wiebe, 2007; Warren et al., 2008). 사회 집단도 생물 종과 마찬가지로 자원을 둘러싸고 경쟁하고 있으며 사회학에서 경쟁을 파악하기 위해서 지위 중복(overlap)을 사용하고 있다. 사회학에서 지위 중복은 두 가지 자원에 대해 겹쳐지는 부분을 통해 경쟁 관계를 해석하는데 이용되고 있다(Hardesty, 1975; McPherson, 1983). 지위 중복을 통해 종 간의 상대적인 경쟁 정도를 알 수 있으며(Abrams, 1980), 이러한 경쟁 정도는 생태 지위가 중복에 비례한다(Han & Park, 2001; McPherson, 1983; Milne & Mason, 1990).

사회학에서 지위 중복을 이용한 연구는 자원 조직에 대한 연구(McPherson, 1983), 브랜드 마케팅의 경쟁 관계(Milne & Mason, 1990), 사회 통합에 영향을 주는 개인들의 핵심적인 특성(Popielarz & McPherson, 1995), 인터넷 사용과 개인적 특성(Han & Park, 2001) 등에 대한 연구들이 이루어졌다. 그

러나 과학교육에서 개인적 특성, 사회 조직 등의 변인과 관련된 지위 중복에 대한 연구는 미미한 실정이다.

그러나 과학교육에서 생태학적 관점 중 생태 지위(ecological niche) 개념을 이용한 연구가 진행되고 있다(Lee & Kim, 2012; Lim et al., 2011b; Lim et al., 2013; Jeong & Kim, 2011; Yeo et al., 2011). 광합성 개념의 생태 지위를 분석한 연구(Jeong & Kim, 2011; Lee & Kim, 2012; Lim et al., 2011b), 유전 개념의 생태 지위를 분석한 연구(Lim et al., 2013; Yeo et al., 2011), 생물 개념과 가치 개념의 다양성 및 개념 간 근접성을 분석한 연구(Lim et al., 2012)가 진행되었다. 이들 선행 연구에서는 개념의 빈도율을 바탕으로 개념의 다양성을 분석하고, 개념의 빈도율 및 관련성을 이용하여 개념의 위치 변화와 개념 간 근접성으로 개념들 사이의 관계를 알아보았다.

선행연구에서는 수업 전과 후에 나타나는 개념들이 다르게 나타나고 있었기 때문에 개념 간의 중복뿐 아니라 지위 공간의 크기도 비교할 수 없는 한계점을 내포하고 있었다. 그러므로 본 연구에서는 학습자의 인지구조 내에 존재하는 개념 간의 관계를 지위 중복을 이용하여 밝히고자 한다.

학습자의 인지구조 내의 개념들의 지위 중복을 알아보기 위해 신경계 영역을 선정하였다. 신경계는 과학과 교육과정에서 제시하고 있는 ‘자극과 반응’ 단원에 속하는 영역이다. ‘자극과 반응’ 단원은 일상 생활과 밀접한 관련이 있는 단원으로 이론적인 내용이 주가 되며 개념의 수가 많고 그 위계가 뚜렷하다(Lee, 1999; Park et al., 2005). 또한 초등학교에서 고등학교까지 연계가 되는 단원(Ministry of Education and Science Technology, 2008)으로 생명현상에 관한 과학 개념을 이해하고, 과학적인 탐구 정신의 기초를 마련 할 수 있다(Ko, 2012).

따라서 본 연구에서는 자극과 반응 단원의 신경계 영역을 중심으로 수업에 의한 개념 간 지위 중복의 변화를 분석하고자 한다. 선행연구에서 사용한 빈도율 대신 이해수준을 이용하여 개념들이 차지하는 지위 공간의 크기를 확인하고, 개념들 사이의 지위 중복을 분석하여 학습자의 인지구조 내에 있는 개념 간의 관계를 알아보았다.

II. 연구방법

1. 연구대상

수업 전, 후에 나타나는 9학년 신경계 영역에 대한 개념의 지위 중복을 비교 분석하기 위해 9학년 412명을 대상으로 설문을 실시하였다. 광역시 소재 남학생 84명, 여학생 64명, 중소도시 소재 남학생 53명, 여학생 65명, 읍·면 소재 남학생 15명, 여학생 131명으로 총 남학생 152명, 여학생 260명이 검사 및 설문에 응답하였다.

2. 검사도구

신경계 영역에 대한 개념을 선정하기 위하여 9, 10학년을 대상으로 예비 설문을 실시하였다. 예비설문지는 신경계 영역을 뉴런 영역, 중추신경계 영역, 말초신경계 영역으로 구분하여 학생들이 각각의 영역과 관련하여 알고 있는 개념들을 모두 기술하도록 하였다. 학생들이 기술한 개념 중 빈도율 5% 이상인 개념을 선정하여 본 설문지의 개념에 이용하였다. 다만, 말초신경계 영역에서는 개념들이 빈도율 5% 이상인 개념이 없어 빈도율 3% 이상인 개념들을 선정하였으며, 선정된 개념 목록은 <Table 1>과 같다.

신경계 영역에서 개념의 지위 중복을 분석하기 위한 본 설문지는 생태 지위 연구에서 Jeong and Kim(2011)이 개발한 설문지와 이해수준에 대한 연구에서 Lim et al.(2012)이 개발한 설문지를 수정, 보완하여 사용하였다. 본 설문지는 뉴런 영역, 중추신경계 영역, 말초신경계 영역으로 구성되어 있고, 앞서 예비설문을 통해 선정된 개념들을 제시하였다. 각 영역과 영역별로 제시된 개념들 사이에 관련된 정도를 1~5점으로 하여 관련성 점수를 표기하도록 하였다. 그리고 각 영역에 제시된 개념에 대하여 학생들이 알고 있는 과학적 지식을 서술하도록 하였다.

<Table 1> selected concept list in each domain

뉴런영역	중추신경계 영역	말초신경계 영역
핵	뇌	뇌신경
가지돌기	척수	감각신경
축삭돌기	대뇌	운동신경
감각뉴런	중간뇌	감각
연합뉴런	소뇌	본능
운동뉴런	간뇌	손
신경	연수	발
	척추	

3. 자료 수집 및 분석방법

설문은 9학년을 대상으로 자극과 반응 단원의 수업 전과 후에 실시하였다. 설문 시 학생들에게 설문에 대한 충분한 안내를 하였고, 해당학교의 과학 교사의 감독 아래 20~30분 간 설문을 실시하였다.

설문을 통해서 개념의 관련성 점수와 이해 수준을 조사하였다. 관련성 점수는 설문지에 영역에 대한 관련성을 1~5점의 범위에서 기록하도록 하였다. 이해 수준은 제시한 개념에 대해 학생들이 서술한 과학적 지식을 Lim et al.(2012)이 사용한 이해 수준 분류틀을 이용하여 분류하였다. 이해수준 분류틀은 5가지 범주로 되어 있으며 올바른 이해(Sound Understanding, SU), 부분적인 이해(Partial Understanding, PU), 잘못된 이해를 포함하는 부분적 이해(Partial understanding with Misunderstanding, PM), 완전히 잘못된 이해(Complete Misunderstanding, CM), 무응답(No Understanding, NU)으로 구성된다. 이러한 5가지 범주에 따라 점수화하여 SU, PU, PM, CM, NU 순으로 5, 4, 3, 2, 1점을 부여했다.

뉴런 영역, 중추신경계 영역, 말초신경계 영역에 제시한 개념에 대한 이해수준 분류틀을 개발하였다. 개발한 분류틀에 대한 예시는 <Table 2>에 제시하였으며, 이는 뉴런 영역의 핵에 대한 개념에 대한 분류틀에 해당한다. 뉴런 영역, 중추신경계 영역, 말초신경계 영역의 개념을 분류한 이해수준 분류틀은 생물교육 전문가 2인과 생물교육 박사 4인에게 내용타당도를 검증 받았다. 분류틀의 내용 타당도는 0.86~0.92의 범위로 나타났다.

<Table 2> the point of the level of understanding on 'nucleus' concept

이해수준			점수
SU	SU1	신경세포체에 있고, 뉴런의 생명활동을 조절한다	5
PU	PU1	신경세포체에 있다	4
	PU2	뉴런의 생명활동을 조절한다	
PM	PM1	축삭돌기에 있으며 생명활동을 조절한다	3
	PM2	세포의 생명활동을 조절하고 호흡을 한다	
	PM3	DNA가 있다	
	CM1	물질의 중심에 있다	
CM	CM2	DNA와 같다	2
	CM3	식물의 미토콘드리아와 같은 것이다	
NU	-		1

점수화 한 이해수준에 해당하는 점수와 설문지에 기록된 관련성 점수를 정리한 후 Excel 프로그램을 통해 평균과 표준편차를 구하였다. 이렇게 구한 값을 이용하여 뉴런 영역, 중추신경계 영역, 말초신경계 영역에 대한 지위 중복 그래프, 지위 공간의 크기, 그리고 중복지수를 분석하였다.

먼저 지위 중복 그래프는 개념의 지위 공간과 개념 간의 지위 중복을 이차원 그래프 상에 나타내었다. X축은 관련성 점수의 평균과 표준편차로 범위를 나타내고, Y축은 이해수준 점수의 평균과 표준편차로 범위를 나타내었다. 각각의 범위를 정해주게 되면 이차원 그래프 상에 개념의 지위 공간이 사각형으로 표현된다. 지위 공간의 크기는 이차원의 지위 중복 그래프의 사각형 크기를 이용하여 계산하였다. 또한 개념 간의 지위 중복지수는 중복되는 지위 공간을 이용하여 계산하였다. 중복지수AB는 B개념의 지위 공간의 크기에 대한 A개념과 B개념이 중복되는 공간의 비율을 나타낸 값이다. 반면 중복지수BA는 A개념의 지위 공간의 크기에서 A개념과 B개념이 중복되는 공간의 비율을 나타낸 값으로 다음의 식을 통해 중복지수를 구할 수 있다. 중복지수

는 0~1 사이의 크기로 나타나게 되고, 중복지수AB와 중복지수BA는 서로 다른 값을 지니게 된다.

$$\text{중복지수}_{AB} = \frac{A\text{개념과 } B\text{개념이 중복되는 지위 공간}}{B\text{개념의 지위공간}}$$

$$\text{중복지수}_{BA} = \frac{A\text{개념과 } B\text{개념이 중복되는 지위 공간}}{A\text{개념의 지위공간}}$$

III. 연구 결과 및 논의

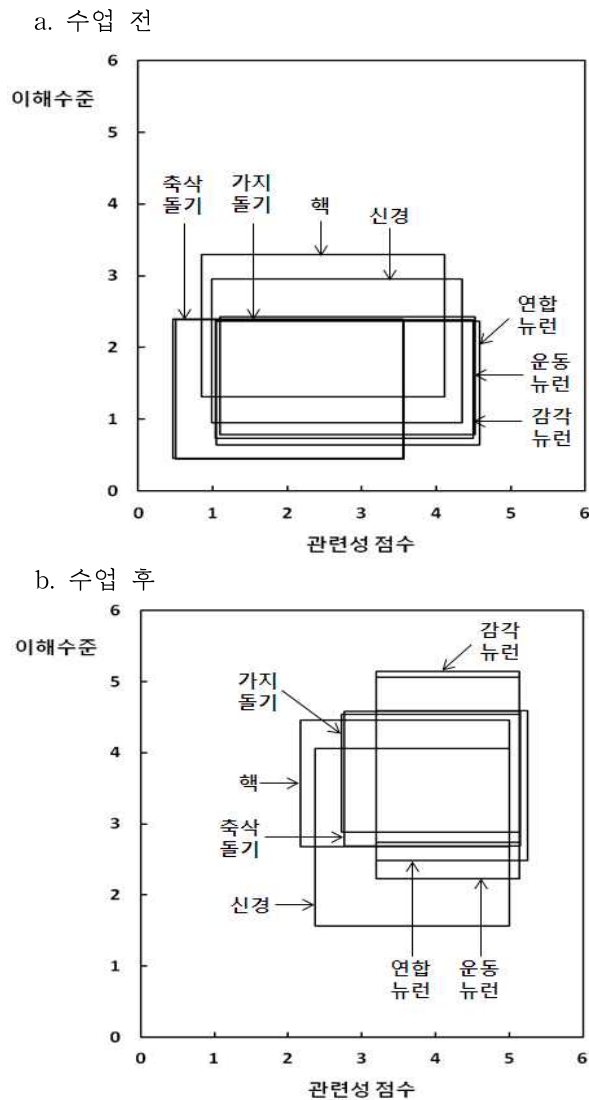
뉴런 영역, 중추신경계 영역, 말초신경계 영역에 대한 개념들의 이해수준과 관련성 점수를 바탕으로 개념의 생태 지위 중복을 분석하였다. 연구 결과는 각 영역에 따라 지위 중복 그래프, 지위 공간의 크기와 중복지수의 순으로 제시하였다.

1. 뉴런 영역

가. 지위 중복 그래프

뉴런 영역에 포함된 개념은 핵, 축삭돌기, 가지돌기, 신경, 운동뉴런, 감각뉴런, 연합뉴런이다. 이들 개념에 대한 수업 전과 후의 지위 중복 그래프는 [Figure 1]과 같다. 수업 전에는 그래프 상에서 개념들의 위치가 전반적으로 왼쪽 아래에 위치해있다. 이를 통해 개념에 대한 이해수준과 관련성 점수가 낮게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 다시 말해 수업 전의 학생들은 핵, 가지돌기, 축삭돌기, 신경, 운동뉴런, 감각뉴런, 연합뉴런에 대한 이해수준이 낮고, 뉴런 영역과 이들 개념 사이의 관련성을 낮다고 인식하고 있음을 알 수 있다.

수업 후에는 개념들이 수업 전에 비해 오른쪽 위로 위치가 이동하였다. 이를 통해 수업 전과 비교하여 개념에 대한 이해수준과 관련성 점수가 높게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 즉, 수업의 결과 핵, 가지돌기, 축삭돌기, 신경, 운동뉴런, 감각뉴런, 연합뉴런에 대한 이해수준이 높아졌으며, 뉴런 영역과 이들 개념 사이의 관련성도 높게 인식하게 되었다는 것을 알 수 있다. 이는 자극과 반응 단원의 수업의 효과가 있는 것으로 해석된다(Jeong & Kim, 2011).



[Figure 1] the change of niche overlap graph on concept of 'neuron' domain through class

나. 지위 공간의 크기와 중복지수

지위 공간의 크기는 개념에 대한 관련성 점수의 평균과 표준편차, 이해수준의 평균과 표준편차를 이용하여 나타낸 사각형으로 이 넓이가 지위 공간의 크기가 된다(Milne & Mason, 1990). 지위 공간의 크기 변화를 통해 뉴런 영역의 개념에 대해 학생들이 생각하는 관련성과 이해수준의 다양성의 변화를 알 수 있다. 수업에 따른 뉴런 영역의 개념이 차지하는 지위 공간의 크기의 변화는 <Table 3>과 같다.

수업 전에 뉴런 영역의 개념이 차지하는 지위 공간의 크기를 순서대로 살펴보면 신경(6.740), 핵(6.507), 연합뉴런(6.036), 가지돌기(6.014), 축삭돌기(5.925), 운동뉴런(5.760), 감각뉴런(5.609) 순으로 나타났고, 수업 후에는 신경(6.625), 운동뉴런(5.490), 핵(5.055), 감각뉴런(4.656), 축삭돌기(4.517), 연합뉴런(4.347), 가지돌기(4.034) 순이었다. 개념이 차지하는 지위 공간의 크기는 수업 후에 모든 개념에서 전체적으로 감소하였다. 이는 수업에 의해 학생들이 생각하는 개념의 관련성과 이해수준의 다양성이 감소하여 학생들 사이의 편차가 작아진 것을 의미한다. 이는 뉴런 영역의 개념들에 대한 학습의 결과 학생들 사이의 인지수준의 차이가 작아졌음을 유추할 수 있다. 즉, 뉴런 영역에 대한 개념 학습의 효과가 있었다는 것을 의미한다.

<Table 3> the change of niche space size of concept on 'neuron' domain through class

개념	지위 공간의 크기		크기의 차
	수업 전	수업 후	
핵	6.507	5.055	-1.452
축삭돌기	5.925	4.517	-1.408
가지돌기	6.014	4.034	-1.980
신경	6.740	6.625	-0.115
운동뉴런	5.760	5.490	-0.270
감각뉴런	5.609	4.656	-0.953
연합뉴런	6.036	4.347	-1.690

뉴런 영역의 지위 중복그래프(Figure 1)에서 나타난 개념들 사이의 중복된 정도를 중복 지수를 통해 비교하였다. 뉴런 영역에서 나타나는 수업 전과 후의 개념들 간의 중복지수는 <Table 4, 5>와 같다. 중복지수는 세로에 제시된 개념에 대한 가로에 제시된 개념의 중복 비율로 나타내었다.

수업 전에 나타난 개념 간 중복지수를 살펴보면, 축삭돌기와 가지돌기 개념 사이의 중복이 높게 나타나고 있었다. 축삭돌기에 대한 가지돌기의 중복지수는 .997이고, 가지돌기에 대한 축삭돌기의 중복지수는 .982로 축삭돌기와 가지돌기 사이의 중복이 높게 나타났다.

운동뉴런과 감각뉴런을 보면 운동뉴런에 대한 감각뉴런의 중복지수는 .944이고, 감각뉴런에 대한 운동뉴런의 중복지수는 .970으로 이들 개념 사이의 중복이 높게 나타났다. 운동뉴런과 연합뉴런을 보면 운동뉴런에 대한 연합뉴런의 중복지수는 .976이고, 연합뉴런에 대한 운동뉴런의 중복지수는 .932로 운동뉴런과 연합뉴런의 중복이 높게 나타났다. 또한 감각뉴런과 연합뉴런을 보면 감각뉴런에 대한 연합뉴런의 중복지수는 .957이고, 연합뉴런에 대한 감각뉴런의 중복지수는 .890으로 감각뉴런과 연합뉴런의 중복도 높게 나타났다.

이를 통해 축삭돌기와 가지돌기, 그리고 운동뉴런과 감각뉴런 그리고 연합뉴런과 같이 유사한 개념 간 지위 공간의 중복이 더욱 높게 나타나고 있음을 확인할 수 있었다.

<Table 4> niche overlap index between concept on 'neuron' domain in pre-test

	핵	축삭돌기	가지돌기	신경	운동뉴런	감각뉴런	연합뉴런
핵	1	.447	.450	.791	.513	.520	.495
축삭돌기	.491	1	.997	.625	.707	.663	.727
가지돌기	.487	.982	1	.618	.698	.654	.714
신경	.764	.550	.551	1	.709	.714	.690
운동뉴런	.579	.728	.729	.830	1	.944	.976
감각뉴런	.603	.700	.702	.858	.970	1	.957
연합뉴런	.534	.714	.711	.771	.932	.890	1

수업 후의 중복지수를 살펴보면, 축삭돌기와 가지돌기 개념 간 중복지수가 높게 나타나고 있었다. 축삭돌기에 대한 가지돌기의 중복지수는 .878이고, 가지돌기에 대한 축삭돌기의 중복지수는 .984로 축삭돌기와 가지돌기 사이의 중복이 높게 나타나고 있었다.

운동뉴런과 감각뉴런을 보면 운동뉴런에 대한 감각뉴런의 중복지수는 .820이고, 감각뉴런에 대한 운동뉴런의 중복지수는 .967로 운동뉴런과 감각뉴런의 중복이 높게 나타났다. 운동뉴런과 연합뉴런 역시

운동뉴런에 대한 연합뉴런의 중복지수는 .746이고, 연합뉴런에 대한 운동뉴런의 중복지수는 .942로 운동뉴런과 연합뉴런 개념 사이의 중복이 높음을 확인할 수 있었다. 또한 감각뉴런과 연합뉴런을 보면 감각뉴런에 대한 연합뉴런의 중복지수는 .771이고, 연합뉴런에 대한 감각뉴런의 중복지수는 .826으로, 감각뉴런과 연합뉴런은 역시 높은 중복을 나타내고 있다. 즉, 수업 후에도 여전히 가지돌기와 축삭돌기 개념 사이의 지위 중복과 감각뉴런, 운동뉴런, 연합뉴런 사이에서 지위 중복이 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

수업의 결과 개념 간 중복지수의 변화가 나타난 개념은 핵과 축삭돌기, 핵과 가지돌기 개념이었다. 수업 전에 중복이 낮았던 핵과 축삭돌기, 핵과 가지돌기를 살펴보면, 핵에 대한 축삭돌기의 중복지수는 .447이고, 축삭돌기에 대한 핵의 중복지수는 .491로 다른 개념들에 비해 지위 중복이 낮게 나타났다. 핵과 가지돌기 역시 지위 중복은 낮게 나타나고 있었다. 핵에 대한 가지돌기의 중복지수는 .450이고, 가지돌기에 대한 핵의 중복지수는 .491로 낮음을 확인할 수 있다. 그러나 수업 후에는 이들 개념 사이의 중복이 높게 변화되었다. 핵에 대한 축삭돌기의 중복지수는 .784이고, 축삭돌기에 대한 핵의 중복지수는 .878로 수업 전에 비해 핵과 축삭돌기 간의 지위 중복이 높게 제시되었다. 또한 핵과 가지돌기에서도 핵에 대한 가지돌기의 중복지수는 .704, 가지돌기에 대한 핵의 중복지수는 .882로 수업의 결과 중복 지수가 높아져 있었다.

이를 통해 축삭돌기와 가지돌기 간 중복은 수업 전과 후에 모두 높게 나타나고 있었으나 핵과 축삭돌기, 핵과 가지돌기 사이의 중복은 수업 전과 후에 변화가 크게 나타나고 있었다. 즉, 수업의 결과 핵과 축삭돌기, 핵과 가지돌기 사이의 중복이 증가되고 있음을 알 수 있었다.

수업의 결과 가지돌기와 축삭돌기, 감각, 운동, 연합뉴런 사이의 중복 지수 뿐 아니라 핵, 가지돌기, 축삭돌기 간 지위 중복도 높아졌다. 이는 교육과정에서 제시하고 있는 뉴런의 구조와 종류에 대한 성취기준을 잘 반영한 수업의 결과로 추측된다 (Ministry of Education and Science Technology, 2008).

<Table 5> niche overlap index between concept on 'neuron' domain in post-test

	핵	축삭 돌기	가지 돌기	신경	운동 뉴런	감각 뉴런	연합 뉴런
핵	1	.784	.704	.721	.634	.612	.637
축삭 돌기	.878	1	.878	.682	.812	.790	.820
가지 돌기	.882	.984	1	.670	.798	.798	.807
신경	.550	.465	.408	1	.500	.361	.434
운동 뉴런	.584	.668	.587	.603	1	.820	.746
감각 뉴런	.665	.767	.692	.513	.967	1	.771
연합 뉴런	.741	.852	.749	.662	.942	.826	1

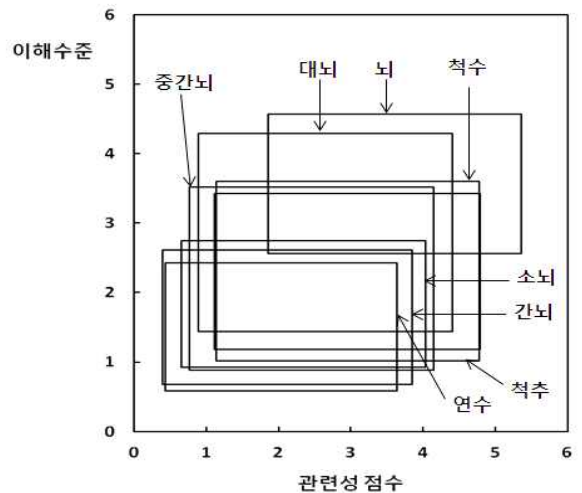
2. 중추신경계 영역

가. 지위 중복 그래프

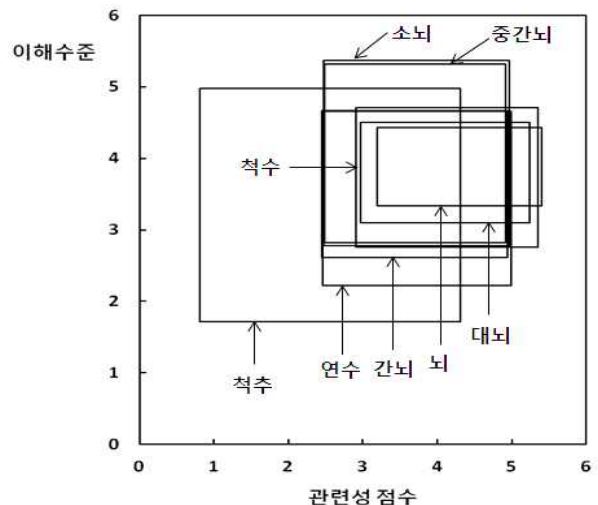
중추신경계 영역에 포함된 개념은 뇌, 척수, 대뇌, 중간뇌, 소뇌, 간뇌, 연수, 척추이다. 이들 개념에 대한 수업 전과 후의 지위 중복 그래프는 [Figure 2]와 같다. 수업 전에는 대부분의 개념들이 그래프 상의 왼쪽 아래에 위치하고 있지만 뇌 개념만이 오른쪽 위에 위치하고 있다. 이는 수업이 이루어지기 전임에도 불구하고 학생들은 뇌에 대한 이해가 높으며, 중추신경계 영역과 뇌 사이의 관련성을 높게 인식하고 있음을 유추할 수 있다. 그러나 세분화한 개념에 해당하는 척수, 대뇌, 중간뇌, 소뇌, 간뇌, 연수, 그리고 척추에 대해서는 이해의 정도가 낮으며, 중추신경계 영역과의 관련성 또한 낮게 인식하고 있음을 알 수 있다. 즉, 뇌라는 개념에 대해서는 익숙하지만 세부적으로는 이해하고 있지 않음을 확인할 수 있다.

반면 수업을 한 후에는 뇌 뿐 아니라 모든 개념들의 위치가 오른쪽 위로 변화되고 있음을 알 수 있다. 뇌, 척수, 대뇌, 중간뇌, 소뇌, 간뇌, 연수와 같은 대부분의 개념에 대한 학생들의 이해수준이 향상되었고, 이들 개념과 중추신경계 영역 간의 관련성 또한 높게 인식하고 있음을 나타내고 있다. 이와 달리 척추 개념에 대한 학생들의 이해수준은 높아졌으나 중추신경계 영역과의 관련성은 낮게 나타나고 있었다.

a. 수업 전



b. 수업 후



[Figure 2] the change of niche overlap graph on concept of 'central nervous system' domain through class

나. 지위 공간의 크기와 중복지수

수업에 따른 중추신경계 영역의 개념이 차지하는 지위 공간의 크기의 변화는 <Table 6>과 같다. 수업 전에 중추신경계 영역의 개념이 차지하는 지위 공간의 크기를 살펴보면 대뇌(10.032), 척수(9.391), 중간뇌(8.950), 척추(8.303), 뇌(7.015), 간뇌(6.712), 소뇌(6.204), 연수(5.906)순으로 나타났고, 수업 후에는 척추(11.445), 중간뇌(6.475), 연수(6.172), 소뇌(6.075), 간뇌(5.146), 척수(4.753), 대뇌(3.178), 뇌(2.409) 순으로 나타났다. 개념이 차지하는 지위 공

간의 크기는 수업의 결과 연수와 척추를 제외하고 모두 감소하였다. 특히 대뇌, 척수, 뇌 개념은 수업의 결과 지위 공간의 크기가 많이 감소하였다. 또한 수업의 결과 뇌 개념의 지위 공간의 크기의 값이 가장 작게 나타났다.

지위 공간의 크기가 감소한 개념들은 수업에 의해 학생들이 생각하는 개념과 중추신경계 영역 사이의 관련성과 이해수준의 다양성이 줄어들어 학생들 사이의 편차가 작아진 것을 의미하고 있다. 이는 학생들의 인지수준이 유사한 수준으로 수렴되고 있음을 나타낸다.

<Table 6> the change of niche space size of concept on 'central nervous system' domain through class

개념	지위 공간의 크기		크기의 차
	수업 전	수업 후	
뇌	7.015	2.409	-4.606
척수	9.391	4.753	-4.638
대뇌	10.032	3.178	-6.854
중간뇌	8.950	6.475	-2.475
소뇌	6.204	6.075	-0.129
간뇌	6.712	5.146	-1.567
연수	5.906	6.172	0.266
척추	8.303	11.445	3.143

반면에 척추의 경우에는 지위 공간의 크기가 증가하여 수업의 결과 지위 공간의 크기가 가장 크게 나타났다. 이는 학생들이 척추를 중추신경계와 관련이 없는 개념으로 생각하여 관련성과 이해수준의 다양성이 증가한 것으로 보인다. 중추신경계는 뇌와 척수로 이루어진 것으로 척추는 중추신경계에 속하지 않는다. 이를 통해 수업의 결과 학생들이 척수와 척추를 분리하여 제대로 이해하고 있으며, 중추신경계 영역에 대한 수업의 결과 과학적 개념으로 수렴하고 있음을 확인할 수 있었다.

중추신경계 영역의 수업 전 중복지수는 <Table 7>, 수업 후는 <Table 8>과 같다. 수업 전에 중복지수를 살펴보면, 척추와 척수 사이의 중복지수가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 척수에 대한 척추의 중복지수는 .872이고, 척추에 대한 척수의

중복지수는 .986으로 척수와 척추의 중복이 다른 개념들에 비해 높게 나타나고 있다. 이는 학생들이 용어의 유사성에 의해 척추와 척수를 혼동하여 이해하고 있음을 유추할 수 있다. 중간뇌와 소뇌를 보면, 중간뇌에 대한 소뇌의 중복지수는 .671이고, 소뇌에 대한 중간뇌의 중복지수는 .968로 중간뇌와 소뇌의 중복이 상대적으로 다른 개념들에 비해 높게 나타난다. 뿐만 아니라 간뇌와 연수 역시 간뇌에 대한 연수의 중복지수는 .832고, 연수에 대한 간뇌의 중복지수는 .946으로 중복이 높게 나타났다.

<Table 7> niche overlap index between concept on 'central nervous system' domain in pre-test

	뇌	척수	대뇌	중간 뇌	소뇌	간뇌	연수	척추
뇌	1	.433	.629	.313	.059	.017	0	.365
척수	.323	1	.752	.801	.534	.462	.373	.872
대뇌	.440	.704	1	.676	.411	.348	.269	.655
중간 뇌	.246	.841	.758	1	.671	.601	.496	.764
소뇌	.067	.809	.665	.968	1	.877	.723	.742
간뇌	.018	.646	.520	.801	.810	1	.832	.588
연수	0	.593	.456	.751	.759	.946	1	.531
척추	.308	.986	.791	.824	.554	.475	.378	1

수업 후를 살펴보면 중간뇌와 소뇌 사이의 중복지수가 높게 나타난다. 중간뇌에 대한 소뇌의 중복지수는 .938이고, 소뇌에 대한 중간뇌의 중복지수는 1로 소뇌는 중간뇌와 완전히 중복되어 있음을 확인할 수 있다. 간뇌와 중간뇌도 중복지수가 높게 나타나고 있다. 간뇌에 대한 중간뇌의 중복지수는 .916이고, 중간뇌에 대한 간뇌의 중복지수는 .728로 이들 개념 사이의 중복도 높게 나타남을 확인할 수 있다. 간뇌와 연수 역시 중복지수가 높게 나타나고 있었다. 간뇌에 대한 연수의 중복지수는 .982고, 연수에 대한 간뇌의 중복지수는 .819로 중복이 높게 나타나고 있었다.

<Table 8> niche overlap index between concept on 'central nervous system' domain in post-test

	뇌	척수	대뇌	중간뇌	소뇌	간뇌	연수	척추
뇌	1	.973	.923	.801	.774	.792	.814	.502
척수	.493	1	.669	.841	.795	.824	.835	.576
대뇌	.700	1	1	.881	.855	.872	.894	.590
중간뇌	.298	.617	.432	1	.938	.728	.726	.628
소뇌	.307	.622	.447	1	1	.740	.732	.651
간뇌	.371	.761	.539	.916	.874	1	.982	.745
연수	.318	.643	.460	.761	.720	.819	1	.728
척추	.106	.239	.164	.355	.345	.335	.393	1

수업 전의 뇌 개념의 경우에는 모든 개념들과 중복지수가 낮게 나타나고 있었다. 뇌는 척수와 중복이 .433로 낮게 나타나고 있었으며, 중간뇌와 .313, 소뇌와 0.59, 간뇌와 .017, 연수와 0, 척추와 .365으로 모든 개념들과 중복이 낮게 나타나고 있었다. 특히 뇌와 연수의 경우에는 중복지수가 0으로 이 두 개념 사이의 지위 중복은 나타나지 않았다. 그 결과 뇌와 연수 사이에는 경쟁이 나타나지 않고 완전히 분리하여 인지하고 있음을 유추할 수 있다.

수업의 결과 중복지수의 변화가 크게 나타나는 개념을 중심으로 살펴보면, 수업 전에 뇌의 경우에는 척수(.433), 대뇌(.629), 중간뇌(.313), 소뇌(.059), 간뇌(.017), 연수(0)로 중복지수가 낮아 중복이 낮았고, 특히 뇌와 연수는 중복지수가 0으로 중복이 아예 이루어지지 않고 있었다. 그러나 수업 후에는 뇌와 척수(.973), 대뇌(.923), 중간뇌(.801), 소뇌(.774), 간뇌(.792), 연수(.814)로 중복지수가 크게 증가해 중복이 많이 이루어지고 있었다. 반면 척추의 경우에는 수업의 결과 중복지수가 크게 감소하고 있었는데 척추와 뇌(.106), 척수(.239), 대뇌(.164), 중간뇌(.355), 소뇌(.345), 간뇌(.335), 연수(.393)로 모든 개념과의 중복지수가 수업 전에 비해 낮아져서 척추 개념을 다른 개념과 연관시켜 이해하지 않고, 독립

적으로 이해하게 됨을 유추할 수 있다.

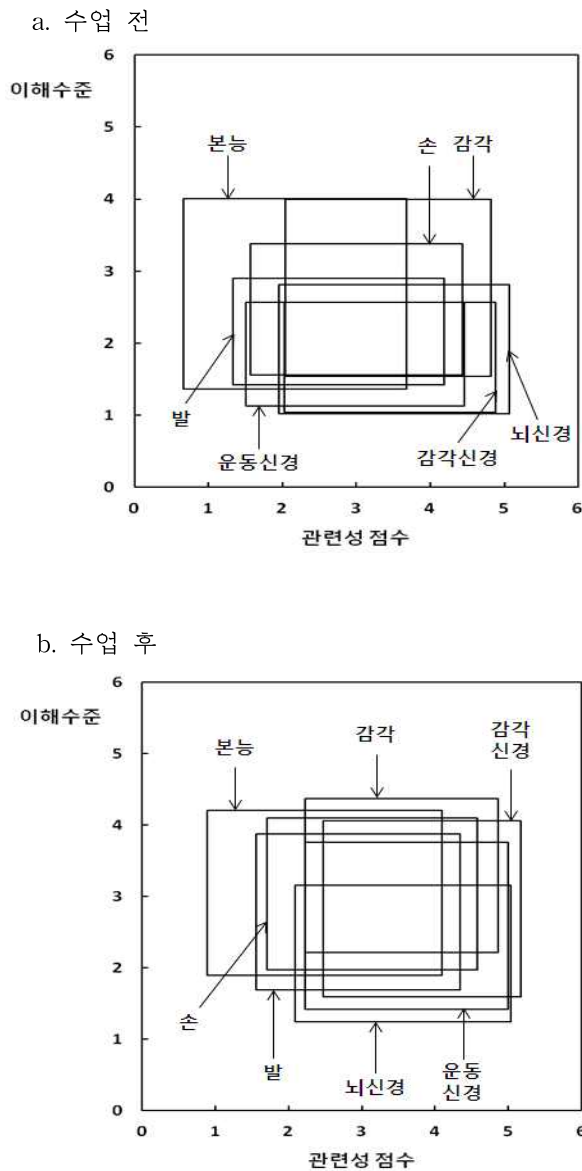
이를 통해 수업의 결과 뇌는 척수, 대뇌, 중간뇌, 소뇌, 간뇌, 연수와의 중복이 모두 증가한 것으로 보아 이들 개념과 연관지어 이해하고 있었으나, 척추는 중복은 낮게 변화되고 있었다. 즉, 수업의 결과 학생들은 뇌, 척수, 대뇌, 중간뇌, 소뇌, 간뇌, 연수에 대해 연관하여 이해수준과 관련성을 유사하게 인식하고 있음을 알 수 있다. 그러나 척추의 경우에는 수업의 결과 다른 개념들과 독립적으로 이해하고 있음을 알 수 있다.

3. 말초신경계 영역

가. 지위 중복 그래프

말초신경계 영역에 선정된 개념은 손, 발, 감각, 본능, 뇌신경, 감각신경, 운동신경이다. 이들 개념에 대한 수업 전과후의 지위 중복 그래프는 [Figure 3]과 같다. 수업 전과 후의 그래프를 살펴보면, 말초신경계 영역의 개념들은 다른 영역의 개념들과 달리 그래프의 중간에 위치하고 있다. 손, 발, 감각신경 개념의 지위는 수업의 결과 그래프 상의 위치가 약간 위로 올라가고 있음을 확인할 수 있으나 대부분의 개념들은 수업 전과 후의 위치 변화가 거의 나타나고 있지 않았다.

뉴런 영역과 중추신경계 영역의 지위 중복 그래프와 비교해 보면 뉴런 영역과 중추신경계 영역의 개념들은 수업 전에는 그래프의 왼쪽 아래에 위치하다가 수업의 결과 그래프의 오른쪽 위로 변화되어 개념들의 이해수준이 향상되고 각 영역과의 관련성을 높게 인식하는 것으로 나타나고 있었다. 그러나 말초신경계 영역에서는 수업 전과 후의 개념들의 위치가 그래프의 중간에 지속적으로 위치하고 있어서 손, 발, 감각, 본능, 뇌신경, 감각신경, 운동신경 개념에 대한 학생들의 이해수준의 변화와 이들 개념과 말초신경계 영역과의 관련성의 변화가 미미함을 보여주고 있다. 이는 뉴런 영역이나 중추신경계 영역과 비교하였을 때 말초신경계 영역에 대한 학습의 효과가 낮은 것으로 사료된다.



[Figure 3] the change of niche overlap graph on concept of 'peripheral nervous system' domain through class

나. 지위 공간의 크기와 중복지수

말초신경계 영역의 수업 전과 후의 개념이 차지하는 지위 공간의 크기 변화는 <Table 9>와 같다. 말초신경계 영역의 개념이 차지하는 지위 공간의 크기 순으로 살펴보면 수업 전에는 본능(8.003), 감각(6.814), 뇌신경(5.567), 손(5.242), 감각신경(4.361), 발(4.218), 운동신경(4.204)의 순으로 나타났다. 반면 수업 후에는 본능(7.383), 감각신경(6.644), 운동신경(6.454), 손(6.134), 발(6.060), 뇌신경(5.654), 감각

(5.633) 순으로 제시되었다.

말초신경계 영역의 개념이 차지하는 지위 공간의 크기는 수업의 결과 감각과 본능을 제외하고 모두 증가하였고, 개념들의 지위 공간의 크기의 차이는 크게 나타나지 않았다.

말초신경계 영역에 포함되는 과학적 개념인 뇌신경, 감각신경, 운동신경은 비과학적 개념인 손, 발과 함께 지위 공간의 크기가 증가했는데 이는 학생들이 생각하는 각 개념과 말초신경계 영역과의 관련성과 개념에 대한 이해수준의 다양성이 증가하여 편차가 커졌기 때문임을 유추할 수 있다. 이를 통해 교사가 신경계 영역에 대한 수업 목표를 설정할 때, 말초신경계의 구성과 기능에 대해서는 상대적으로 뉴런영역이나 중추신경계에 비하여 수업 목표를 설정하는 비중이 낮아 학생들이 획득하는 과학적 지식과 개념이 낮게 나타나기 때문으로 사료된다(Lim et al., 2011a). 즉, 말초신경계에 대한 학습이 상대적으로 잘 이루어지지 않고 있음을 확인할 수 있다.

<Table 9> the change of niche space size of concept on 'peripheral nervous system' domain through class

개념	지위 공간의 크기		크기의 차
	수업 전	수업 후	
손	5.242	6.134	0.893
발	4.218	6.060	1.842
감각	6.814	5.633	-1.181
본능	8.003	7.383	-0.620
뇌신경	5.567	5.654	0.087
감각신경	4.361	6.644	2.284
운동신경	4.204	6.454	2.250

말초신경계 영역에 대한 개념 간 중복지수는 수업 전에는 <Table 9>와 같고, 수업 후에는 <Table 10>과 같다. 말초신경계 영역의 중복지수는 수업 전과 후에 변화가 뚜렷하게 나타나지는 않았다. 대신 말초신경계 영역의 경우에는 다른 영역에 비해 선정된 개념에 비과학적 개념의 비중이 높게 나타나고 있었기 때문에 과학적 개념과 비과학적 개념

으로 나누어 분석해보았다.

선정된 개념 중에 말초신경계에 해당하는 과학적 개념으로는 뇌신경, 감각신경, 운동신경이 있고, 비과학적 개념으로는 손, 발이 있다. 수업 전에 제시된 이들 개념들의 중복지수를 비교해보면, 수업 전에는 비과학적 개념에 속하는 손과 발 개념들 사이의 중복지수가 높게 나타난다. 손에 대한 발의 중복지수는 .672이고, 발에 대한 손의 중복지수는 .836으로 비과학적 개념 사이의 지위 중복이 높게 나타나고 있다.

<Table 9> niche overlap index between concept on 'peripheral nervous system' domain in pre-test

	손	발	감각	본능	뇌신경	감각신경	운동신경
손	1	.672	.830	.736	.594	.464	.549
발	.836	1	.690	.821	.738	.589	.724
감각	.638	.427	1	.588	.516	.419	.359
본능	.482	.433	.501	1	.313	.249	.325
뇌신경	.559	.559	.632	.451	1	.783	.642
감각신경	.558	.570	.654	.458	1	1	.794
운동신경	.685	.727	.582	.619	.850	.823	1

반면 과학적 개념에 속하는 감각신경과 뇌신경을 살펴보면 감각신경에 대한 뇌신경의 중복지수 1이고, 뇌신경에 대한 감각신경과의 중복지수는 .783로 제시되었다. 감각신경에 대한 뇌신경의 중복지수가 1이라는 것은 감각신경이 뇌신경의 지위에 완전히 중복되어 뇌신경의 지위 공간 안에 포함되어 있음을 의미한다. 운동신경과 뇌신경을 보면 운동신경에 대한 뇌신경의 중복지수는 .850이고, 뇌신경에 대한 운동신경의 중복지수는 .642로 운동신경과 뇌신경의 중복도 높게 제시되고 있었다. 또한 운동신경과 감각신경을 보면, 운동신경에 대한 감각신경의 중복지수는 .823이고, 감각신경에 대한 운동신경의 중복지수는 .794로, 운동신경과 감각신경의 중복 역시 높게 나타나고 있다. 즉, 과학적 개념 간의 지위 중복이 높게 나타나고 있음을 확인할 수 있었다.

<Table 10> niche overlap index between concept on 'peripheral nervous system' domain in post-test

	손	발	감각	본능	뇌신경	감각신경	운동신경
손	1	.818	.720	.833	.485	.715	.682
발	.828	1	.574	.826	.548	.669	.717
감각	.784	.618	1	.657	.437	.774	.712
본능	.692	.678	.502	1	.345	.474	.469
뇌신경	.526	.588	.436	.450	1	.711	.853
감각신경	.661	.610	.656	.527	.605	1	.819
운동신경	.648	.673	.621	.536	.747	.843	1

수업 후에는 비과학적 개념에 속하는 손과 발을 살펴보면, 손에 대한 발의 중복지수는 .818, 발에 대한 손의 중복지수는 .828로 지위 중복이 높게 나타나고 있다. 반면 과학적 개념에 속하는 감각신경, 뇌신경, 운동신경을 살펴보면, 먼저 감각신경과 뇌신경 사이의 중복이 높게 나타난다. 감각신경에 대한 뇌신경의 중복지수는 .605이고, 뇌신경에 대한 감각신경의 중복지수는 .711로 지위 중복이 높게 나타나고 있었다. 운동신경과 뇌신경 역시 운동신경에 대한 뇌신경의 중복지수는 .747이고, 뇌신경에 대한 운동신경의 중복지수는 .853으로 운동신경과 뇌신경 사이의 중복이 높게 나타났다. 또한 감각신경과 운동신경에서도 중복이 높게 나타나고 있었는데, 감각신경에 대한 운동신경의 중복지수는 .819이고, 운동신경에 대한 감각신경의 중복지수는 .843로 제시되고 있었다. 비과학적 개념에 속하는 손과 발 사이의 개념 간 중복이 높고, 과학적 개념에 속하는 감각신경, 운동신경, 뇌신경 사이에서 중복이 높음을 알 수 있다. 즉, 학생들은 수업의 유무와 관계없이 비과학적 개념은 비과학적 개념끼리, 과학적 개념은 과학적 개념끼리 연관하여 인지하고 있음을 확인할 수 있다. 이를 통해 학생들이 손과 발의 이해수준과 관련성을 유사하게 인식하고, 감각신경, 운동신경, 뇌신경의 이해수준과 관련성을 유사하게 인식하고

있다는 것을 의미한다.

이는 비과학적 개념에 속하는 손과 발이 일상생활에서 자주 사용되는 용어이기 때문에 중복이 높게 나타나고, 상대적으로 뇌신경, 감각신경, 운동신경의 경우에는 용어 자체의 유사성에 의해서 묶어서 인지하고 있는 것으로 생각된다.

4. 논의

이 연구는 9학년 신경계 영역에서 수업에 따른 뉴런, 중추신경계, 말초신경계의 개념들 간의 지위 중복의 변화를 분석하였다. 지위 중복은 지위 중복 그래프에서 개념들의 위치, 지위 공간의 크기, 중복 지수를 이용하여 비교하고 분석하였다.

뉴런 영역에서는 개념들의 위치가 수업 후에 전체적으로 높아지고 있었다. 학생들이 수업의 결과 뉴런 영역에 제시된 개념들에 대해 뉴런 영역과의 관련성을 높게 인식하고 있으며, 이해수준이 향상되었음을 보여준다. 이는 자극과 반응 단원의 학습을 통하여 학생들이 뉴런 영역에 속하는 개념에 대한 이해가 향상되고, 뉴런 영역과의 관계를 높게 인식하는 것으로 생각된다(Kim, 2009).

뉴런 영역에서 수업에 의한 개념들의 지위 공간의 크기는 전체적으로 감소하였다. 이는 학생들이 가지고 있는 뉴런 영역의 개념들에 대해 학생들이 생각하는 뉴런과의 관련성과 개념에 대한 이해수준의 다양성이 감소했기 때문으로 보여진다(Jeong & Kim, 2011; Milne & Mason, 1990).

수업에 따른 뉴런 영역 개념들 간의 지위 중복을 비교해보면 감각뉴런, 운동뉴런, 연합뉴런의 세 개념 사이의 중복은 수업 전과 후에 모두 높게 나타나고 있었고, 축삭돌기와 가지돌기의 개념 간 중복 역시 크게 나타났다. 개념 간의 중복이 크다는 것은 개념의 지위 공간이 서로 많이 겹치고 있는 것으로 중복이 큰 개념들은 서로 유사하게 인식하고 있다고 할 수 있다.

중추신경계 영역에서 그래프 상의 개념들의 위치를 살펴보면 수업 전에는 대부분의 개념들이 위치가 아래쪽에 분포하고 있었지만 뇌 개념은 특이적으로 높은 위치에 분포하고 있었다. 수업 후에는 척추 개념만을 제외하고 나머지 모든 개념들의 위치

가 높게 변화되고 있었다. 이를 통해 학생들은 자극과 반응을 학습하기 전에 이미 뇌 개념에 대해서는 잘 이해하고 있었으며, 중추신경계와 뇌 개념 사이의 관련성 역시 높게 인식하고 있음을 유추할 수 있었다. 또한 수업의 결과 척추 개념에 대한 이해수준은 향상되었고, 중추신경계와 척추 개념 사이의 관련성은 감소한 것으로 나타나 학습이 잘 이루어졌다고 생각된다.

중추신경계 개념들의 지위 공간의 크기는 수업의 결과 대부분 감소하였으며 그 중 뇌, 척수, 대뇌 개념의 지위 공간의 크기가 가장 크게 감소하였다. 반면에 척추 개념은 수업 후에 지위 공간의 크기가 오히려 증가하였다. 이는 수업에 의해 과학적 개념인 뇌, 척수, 대뇌는 학생들이 인지하는 중추신경계와의 관련성과 개념에 대한 이해수준의 편차가 감소하였음을 나타낸다. 반면 척추는 중추신경계와 관련이 없는 개념으로 학생들이 생각하는 영역과의 관련성과 이해수준의 편차 즉, 다양성이 증가한 것으로 보인다.

중추신경계 영역의 개념들 사이의 지위 중복을 살펴보면, 수업 전에 중복이 높았던 개념들은 척수와 척추로 가장 높은 중복을 보였다. 이는 학생들은 척수와 척추를 유사하게 인식하여 이 두 개념을 혼동하고 있는 것으로 생각된다. 중복이 낮았던 개념들은 뇌와 대뇌, 중간뇌, 소뇌, 간뇌, 연수와의 중복이 낮았다. 그리고 뇌와 연수는 개념 간 중복지수가 0으로 중복이 전혀 없었다. 수업 전의 학생들은 뇌의 구조에 대한 개념이 형성되지 않은 것으로 보인다.

수업 후에는 척추를 제외한 모든 개념들이 뇌와 높은 중복을 보였고, 대뇌와 척수는 개념 간 중복지수가 1로 대뇌의 지위 공간이 척수의 지위 공간 안에 포함되었고, 소뇌와 중간뇌도 중복지수가 1로 나타나 소뇌의 지위 공간이 중간뇌의 지위 공간 안에 포함되어 완전히 중복되었다. 척추는 모든 개념과 중복이 낮게 나타났다. 수업에 의해서 중추신경계 영역과 관련된 과학적 개념과 비과학적 개념을 구분하게 되고, 뇌의 구조에 대한 이해가 높아진 것으로 생각된다. 이는 교사가 중추신경계의 구조와 기능에 대한 수업목표를 많이 사용하고 있으며 수업의 결과 학생들이 과학적 개념을 많이 획득하게 되

어 수업에 효과가 있는 것으로 보여진다(Lim et al., 2011a).

말초신경계 영역에서 그래프 상의 개념들의 위치를 살펴보면 수업에 의해서 위치의 변화가 크게 나타나지 않았다. 수업이 이루어져도 학생들은 제시된 개념과 말초신경계 영역과의 관련성을 비슷하게 인식하고 있으며 개념의 이해수준도 낮게 나타나 크게 향상되지 않았음을 알 수 있다. 이는 교사가 자극과 반응 단원을 지도할 때, 말초신경계의 구성과 기능에 관하여 수업 목표를 설정하는 경우가 극히 드물기 때문에(Lim et al., 2011a), 학생들의 말초신경계에 대한 이해가 낮은 것으로 생각된다.

말초신경계 영역의 개념들의 지위 공간의 크기는 감각과 본능을 제외한 모든 개념에서 크기가 증가하였다. 이는 제시된 개념에 대해 학생들이 생각하는 말초신경계와의 관련성과 개념에 대한 이해수준의 다양성이 증가하여 개념의 지위 공간의 크기가 커진 것으로 보인다(Milne & Mason, 1990).

개념 간 지위중복을 보면 수업에 의한 중복지수의 차이가 크게 나타나고 있지는 않지만 수업 후에 손, 발, 본능에서 개념 간의 중복이 비교적 높게 나타나고 있고, 뇌신경, 감각신경, 운동신경 사이에서 중복이 높게 나타나고 있다. 비과학적 개념들 사이에서 개념 간 중복이 높아졌고, 과학적 개념들 사이에서 개념 간 중복이 높아졌음을 알 수 있다. 개념에 대한 이해는 낮지만 학습을 통해 뇌신경, 감각신경, 운동신경 사이의 중복이 높아져 이 세 개념을 유사하게 인식하는 것으로 생각된다.

말초신경계 영역에 대해서는 학생들이 예비 설문에서 인지하고 있는 개념의 수가 적었기 때문에 다른 영역과 달리 특이적으로 빈도율 3% 이상인 개념들로 구성하였다. 그 결과 과학적 개념과 비과학적 개념이 함께 나타났고, 다른 영역에 비해 비과학적 개념이 많은 비중을 차지하고 있었다. 이는 학생들이 말초신경계에 관하여 알고 있는 개념이 적을 뿐 아니라(Kim, 2009; Lim et al., 2011a) 이미 자신만의 선개념을 가지며 과학적 개념과 공존하고 있어 개념 간 관계에 영향을 미친다는 선행연구와 일치한다(Jeong & Kim, 2011; Palmer, 1999).

IV. 결론 및 제언

이 연구는 9학년 학생들이 신경계 영역에 대해 인식하는 개념 간 관계를 알아보기 위해 생태 지위 접근을 통한 개념의 지위 중복으로 분석하였다. 개념의 지위 중복은 지위 중복 그래프, 지위 공간의 크기, 중복지수로 분석하였고, 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 학습을 통해 과학적 개념의 이해와 관련성이 높아진다. 뉴런영역의 과학적 개념인 핵, 축삭돌기, 가지돌기, 신경, 감각뉴런, 운동뉴런, 연합뉴런이 수업 후 이해수준과 관련성이 모두 증가하였다. 중추신경계 영역의 과학적 개념인 뇌, 척수, 대뇌, 중간뇌, 소뇌, 간뇌, 연수의 이해수준과 관련성이 모두 증가하였고, 비과학적 개념인 척추는 이해수준은 증가하고, 관련성은 감소하여 수업에 의해 중추신경계와 관련이 적은 개념으로 인식하고 있는 것으로 보아 학습에 효과가 있는 것으로 생각된다. 그러나 말초신경계 영역은 과학적 개념인 뇌신경, 감각신경, 운동신경, 감각과 비과학적 개념인 손, 발, 본능에서 모두 이해수준과 관련성이 증가하였다. 이는 9학년 교과서에서 말초신경계를 나타낸 그림을 보면 주로 손과 다리에 표시하고 있고, 자극과 반응의 경로를 설명하는 그림에서도 손과 발에서의 자극과 반응의 경로를 나타내고 있어 과학적 개념과 비과학적 개념에서 모두 이해와 관련성이 높아진 것으로 생각된다.

둘째, 학생들은 개념을 학습 할 때, 유사한 개념들을 서로 관련지어 학습하고 있는 것으로 생각된다. 학습을 통해 개념 간 중복 변화를 보면 뉴런 영역에서는 핵, 축삭돌기, 가지돌기 이 세 개념 간의 중복이 높았고, 감각뉴런, 운동뉴런, 연합뉴런 이 세 개념 간의 중복이 높게 나타났다. 중추신경계 영역에서는 뇌, 척수, 대뇌, 중간뇌, 소뇌, 간뇌, 연수 사이에서 중복이 높아졌고, 척추와는 중복이 낮아졌다. 말초신경계 영역에서는 손, 발, 본능 사이의 중복이 높아졌고, 뇌신경, 감각신경, 운동신경의 중복이 높아졌다. 중복이 높아진 개념들 사이에는 경쟁이 높아 서로에게 주는 영향이 크며 유사하게 인식되고 있다. 이러한 개념들을 서로 관련지어 연계개

념으로 학습하는 것으로 사료된다.

셋째, 학생들은 학습 전에 이미 비과학적 개념을 가지고 있으며, 이러한 비과학적 개념은 과학적 개념과 공존하여 인식하고 있다. 예비설문을 통해 선정된 개념에는 비과학적 개념과 과학적 개념이 같이 나타나고 있었다. 특히 말초신경계 영역에서 선정된 개념들은 빈도율도 낮았고, 비과학적 개념이 많이 나타났다. 학습 후에도 이러한 비과학적 개념은 과학적 개념과 함께 관련성이 높아지는 경향을 보이고 있었다.

위의 결론을 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 개념 학습 시 관련이 높은 개념들은 연계 개념으로 제시하여 학생들이 과학적 개념들을 유기적으로 이해할 수 있도록 수업을 계획하고 지도하는 것이 필요하다. 말초신경계에서는 알고 있는 개념의 수가 적고, 과학적 개념과 비과학적 개념이 혼재되고 있다. 수업이 이루어진 후에도 비과학적 개념은 말초신경계와 관련이 적은 개념으로 수렴되지 못하고 있다. 그러므로 자극과 반응 단원의 수업 시 학생들의 선개념을 파악하고, 이것이 과학적 개념으로 이해될 수 있도록 교수 학습의 방향을 설정하는 것이 필요하다.

참고 문헌

- Abrams, P. (1980). Some comments on measuring niche overlap. *Ecology*, 61(1), 44-49.
- Aubusson, P. (2002). An ecology of science education. *International Journal of Science Education*, 24(1), 27-46.
- Han, J., & Park, C. (2001). Niche overlap of social space : Duality of individuals and groups. *Survey Research*, 2(1), 109-127.
- Hardesty, D. L. (1975). The niche concept: Suggestions for its use in human ecology. *Human Ecology*, 3(2), 71-85.
- Hewson, P. W. (1992). Conceptual change in science teaching and teacher education. Paper presented at a meeting on "Research and Curriculum Development in Science Teaching", under the auspices of the National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Ministry for Education and Science, Madrid, Spain.
- Hewson, P. W. & Hewson, A. G. A. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Jeong, H. (2008). A ecological perspective study on e-learning in classroom instruction. *Journal of Educational Technology*, 24(2), 31-69.
- Jeong, J. & Kim, Y. (2011). An Approach of Ecological Niche to Analysis of Recognition of 5th Grade Elementary students for Conception of Photosynthesis. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(4), 513-527.
- Kim, Y. (2009). Analysis of 8th grade students' biology concepts for before and after being taught in 'stimulus and reaction' unit. *The Korean Journal of Biology Education*, 37(4), 459-472.
- Ko, H. (2012). Analysis of written test items on science, stimulus-response, in middle school 9th grade according achievement standards and levels. *Educational Research*, 53, 45-65.
- Laland, K. N., & Brown, G. R. (2006). Niche construction, human behavior, and the adaptive-lag hypothesis. *Evolutionary Anthropology*, 15(3), 95-104.
- Lee, H. & Kim, Y. (2012). Analysis of concept's proximity of 7th grade students' photosynthesis concepts by the level of science attitude. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(10), 1524-1536.
- Lee, S. (1999). The effect of internet web-based instruction on the subject of 'stimulation and response'. Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul.
- Lim, S., Jang, B., Jeong, J., Lee, J., & Kim, Y. (2011a). An analysis of alignment between instructional objectives, students' acquired knowledge, and evaluation items in 'stimulus and reaction' unit in science class of middle schools. *The Korean*

- Journal of Biology Education, 39(1), 95-105.
- Lim, S., Lee, J. & Kim, Y. (2013). An analysis of concepts' diversity and proximity in decision making on composition and diversity of organisms unit. *Biology Education*, 41(2), 335-352.
- Lim, S., Song, H., & Jeong, J. (2011b). Analysis of ecological niche of in-service teachers and pre-service teachers' photosynthesis concepts. *Secondary Education Research*, 59(3), 763-787.
- Lim, S., Yoon, I., & Kim, Y. (2012). Analysis of level of understanding of 7th and 8th grade students on photosynthesis concepts by curriculum revision. *Biology Education*, 40(2), 179-194.
- Magnani, L. (2007). Creating chances through cognitive niche construction: The role of affordances. *Lecture Notes in Computer Science*, 4693, 917-925.
- McPherson, M. (1983). An ecology of affiliation. *American Sociological Review*, 45(4), 519-532.
- McPherson, M. & Rotolo, T. (1996). Testing a dynamic model of social composition: Diversity and change in voluntary groups. *American Sociological Review*, 61(2), 179-202.
- Milne, G. R. & Mason, C. H. (1990). An ecological niche theory approach to the measurement of brand competition. *Marketing Letters*, 1(3), 267-281.
- Ministry of Education and Science Technology (2008). Middle school curriculum(III) Mathematics, Science, Technology · Domestic curriculum. Seoul: Daehan company.
- Palmer, D. H. (1999). Exploring the link between students' scientific and nonscientific conceptions. *Science Education*, 83(6), 639-653.
- Park, N., Rim, N., & Park, K. (2005). Comparative analysis for the inquiry activity in the unit of 'stimuli and response' of high school biology I textbooks under the 7th curriculum. *The Korean Journal of Biology Education*, 33(1), 70-81.
- Popielarz, P. A. & McPherson, J. M. (1995). On the edge or in between: Niche position, niche overlap, and the duration of voluntary association memberships. *American Journal of Sociology*, 101(3), 698-820.
- Slagsvold, T. & Wiebe, K. L. (2007). Learning the ecological niche. *Proceedings of the Royal Society B*, 274(1606), 19-23.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1985). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton(Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147-176). Albany: State University of New York Press.
- Taber, K. S. (2001). Shifting sands: A case study of conceptual development as competition between alternative conceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 731-753.
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding: The collective use and evolution of concepts*. Oxford: Clarendon Press.
- Warren D. L., Glor, R. E., & Turlli, M. (2008). Environmental niche equivalency versus conservatism: Quantitative approaches to niche evolution. *Evolution*, 62(11), 2868-2883.
- Yeo, C., Jeong, J., Lim, S. & Kim, Y. (2011). Analysis of ecological niche in 9th graders' genetic concepts after instruction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(5), 680-693.

